

Pengemasan dan Perlindungan Mutu Bahan Pangan

Prof. Dr. Ir. Rizal Syarief, M.S., DESS.



PENDAHULUAN

Pengemasan telah dikenal manusia sejak 4000 SM, dan tampaknya penyimpanan lebih dahulu dipraktikkan daripada pengemasan. Secara umum kita mengenal kemasan alami, kemasan tradisional dan kemasan modern.

Modul 1 ini terdiri dari dua topik bahasan. Pada Kegiatan Belajar 1 membahas tentang pengertian, fungsi dan klasifikasi pengemas dan interaksi bahan pangan dengan kemasan. Kegiatan Belajar 2 membahas tentang perubahan biokimia, kimia dan migrasi unsur-unsur, kerusakan mikrobiologis dan mekanis, serta cara melindungi produk dan teknik pengemasan.

Setelah mempelajari Modul 1, diharapkan Anda dapat mengenal: sejarah dan pengertian kemasan; fungsi dan pengklasifikasian kemasan; perubahan biokimia, kimiawi dan migrasi unsur-unsur. Di samping itu diharapkan dapat memahami kerusakan mikrobiologis, mekanis, faktor hidrasi, cara melindungi produk dan teknik pengemasan.

KEGIATAN BELAJAR 1

Pengertian, Fungsi, dan
Klasifikasi Kemasan**A. PENGERTIAN UMUM**

Dalam pengertian sehari-hari pengemasan sering dimaksudkan sebagai pembungkusan baik dengan menggunakan kertas, plastik, aluminium foil (alufo), berbagai jenis daun, pelepah, kulit binatang dan sebagainya. Lingkup pengemasan sesungguhnya lebih luas lagi, tidak sekadar pembungkusan melainkan juga mencakup pewadahan, pembotolan, pengalengan, pengepakan, enkapsulasi dan pelilinan.

Menurut catatan sejarah, pengemasan telah ada sejak **4000 SM**. Pada waktu itu peradaban manusia telah tinggi. Hal ini karena telah adanya pertukaran barang niaga antara Mesir dan Mesopotamia, serta Cina dan India. Kosmetika merupakan produk yang lebih dahulu dikemas sebelum pengemasan bahan pangan. Karena itu pengemasan produk kosmetika atau produk farmasi dewasa ini tampak lebih maju dibandingkan dengan hasil industri lainnya. Penemuan penggunaan kemasan untuk berbagai jenis minyak wangi atau parfum dan kosmetika lainnya dijumpai di makam orang Mesir purba sekitar **3000 SM**.

Alam telah menyajikan kemasan sebelum manusia membuatnya, seperti misalnya jagung yang dibungkus seludang, buah-buahan terbungkus kulitnya, buah kelapa yang terlindung baik dengan sabut dan tempurung, polong-polongan terbungkus kulit polong. Tidak hanya bahan pangan, kosmetika dan bahan industri lainnya, bahkan manusia pun menggunakan kemasan sebagai pelindung tubuhnya dari gangguan cuaca, serta supaya tampak lebih anggun dan menarik.

Secara tradisional nenek moyang kita menggunakan bahan kemasan alami untuk mewadahi bahan pangan seperti buluh bambu, daun-daunan, pelepah atau kulit pohon, kulit binatang, rongga batang pohon, batu, tanah liat, tulang, dan sebagainya. Pada industri modern berbagai kemasan dan proses pengemasan telah beragam. Kemasan dengan variasi atmosfer, kemasan aseptik, kemasan transportasi dengan suhu rendah dan lain-lain telah memperluas horison dan cakrawala pengemasan makanan. Dalam

pengertian komersial dari kemasan pangan, kemasan dibagi atas kemasan untuk makanan (*food grade*) dan bukan untuk pangan (*non food grade*).

Penyimpanan tampaknya dipraktikkan lebih dahulu daripada pengemasan. Cara penyimpanan hasil pertanian mulai dilakukan ketika masyarakat primitif beralih dari cara bercocok tanam yang selalu berpindah ke cara bertani yang menetap di suatu tempat. Para ahli arkeologi mengemukakan bahwa penyimpanan hasil pertanian bermula pada **periode Neolitik** zaman batu sekitar **8000 SM**. Adanya gangguan baik binatang maupun manusia terhadap milik petani, adanya masa-masa kritis atau paceklik, atau sebaliknya karena keadaan panen yang melimpah, adanya kesadaran mengenai daya tahan berbagai komoditas pertanian, serta adanya keperluan benih menuntut kesadaran yang lebih tinggi lagi akan perlunya penyimpanan.

Penafsiran mimpi raja Qithfir Al Aziz oleh Nabi Yusuf A.S. merupakan penerapan pertama teknologi dan manajemen penyimpanan secara bisnis. Teknik penyimpanan batang sagu segar ketika perang Vietnam mengingatkan kita pada sistem logistik cadangan pangan darurat.

Relief candi Borobudur memperlihatkan mengenai kebiasaan masyarakat Indonesia menyimpan bahan pangan. Bahkan tiap-tiap daerah mempunyai bentuk dan konstruksi lumbung yang berbeda-beda walaupun memiliki desain fungsional yang sama.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan bahan pangan sehubungan dengan kemasan yang digunakan dapat dibagi dalam dua golongan utama yaitu:

1. Kerusakan yang sangat ditentukan oleh sifat alamiah produk sehingga tidak dapat dicegah dengan pengemasan saja (perubahan-perubahan fisik, biokimia, dan kimia serta mikrobiologis).
2. Kerusakan yang tergantung pada lingkungan dan hampir seluruhnya dapat dikontrol dengan kemasan yang digunakan (kerusakan mekanis, perubahan kadar air, absorpsi dan interaksi dengan oksigen, kehilangan dan penambahan cita rasa yang tidak diinginkan).

B. FUNGSI KEMASAN

Pengemasan sebagai bagian integral dari proses produksi dan pengawetan bahan pangan dapat pula mempengaruhi mutu seperti antara lain:

1. Perubahan fisik dan kimia karena migrasi zat-zat kimia dari bahan pengemas (monomer plastik, timah putih, korosi).
2. Perubahan aroma (*flavor*), warna, tekstur yang dipengaruhi oleh perpindahan uap air dan oksigen.

Ada 6 fungsi utama kemasan yang seharusnya dipenuhi oleh suatu bahan pengemas, yaitu:

1. Menjaga produk bahan pangan atau hasil pertanian agar tetap bersih dan terlindung dari kotoran dan kontaminasi.
2. Melindungi makanan dari kerusakan fisik, perubahan kadar air dan penyinaran.
3. Mempunyai kemudahan dalam membuka atau menutup, dan juga memudahkan dalam tahap-tahap penanganan, pengangkutan dan distribusi.
4. Mempunyai fungsi yang baik efisien dan ekonomis, aman untuk lingkungan.
5. Mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang dan mudah dibentuk atau dicetak.
6. Menampilkan identifikasi, informasi, daya tarik dan penampilan yang jelas sehingga dapat membantu promosi atau penjualan.

Kemasan juga hendaknya bersahabat dengan lingkungan, baik dilihat dari bahan pengemas yang digunakan, cara pembuatan bahan pengemas, pengoperasian dan limbah kemasan. Pedoman ISO 14000 yang menyangkut lingkungan hidup berkaitan sangat erat dengan pengemasan.

Manfaat penyimpanan bahan pangan meliputi 3 hal utama, yaitu:

1. Mempertahankan atau mengurangi susut (kehilangan) kuantitatif atau susut bobot (volume)
2. Mempertahankan susut kualitatif atau mempertahankan mutu agar bahan pangan memenuhi standar mutu yang ada, mempunyai nilai nutrisi yang baik, aman untuk dikonsumsi dan tidak menimbulkan gangguan kesehatan baik yang akut maupun yang menahun.
3. Mempertahankan nilai ekonomi dari produk pangan yang disimpan.

C. KLASIFIKASI KEMASAN

Kemasan dapat digolongkan berdasarkan berbagai hal, antara lain: berdasarkan frekuensi pemakaian, struktur sistem kemasan, sifat kekakuan bahan pengemas, sifat perlindungan terhadap lingkungan, tingkat kesiapan pakai dan sifat *edible*.

1. Frekuensi Pemakaian

- a. Kemasan sekali pakai (*disposable*), yaitu kemasan yang langsung dibuang setelah satu kali pakai. Contohnya: bungkus plastik untuk es, bungkus permen dari kertas, bungkus yang berasal dari daun-daunan, kaleng hermetis, karton dus.
- b. Kemasan yang dapat dipakai berulang kali (*multi trip*), seperti beberapa jenis botol minuman (limun, bir), botol kecap. Wadah-wadah ini umumnya tidak dibuang oleh konsumen, akan tetapi dikembalikan lagi pada agen penjual untuk kemudian dimanfaatkan ulang oleh pabrik.
- c. Kemasan atau wadah yang tidak dibuang atau dikembalikan oleh konsumen (*semi disposable*). Setelah dipakai, wadah-wadah tersebut biasanya digunakan untuk kepentingan lain di rumah konsumen, seperti beberapa jenis botol, wadah dari kaleng (susu, makanan bayi, dan lain-lain).

2. Struktur Sistem Kemasan

Berdasarkan letak atau kedudukan suatu bahan pengemas di dalam sistem kemasan keseluruhan dapat dibedakan atas:

- a. Kemasan primer, yaitu apabila bahan pengemas langsung mewadahi atau membungkus bahan pangan (kaleng susu, botol minuman, bungkus tempe, dan lain-lain).
- b. Kemasan sekunder, yaitu kemasan yang fungsi utamanya melindungi kelompok-kelompok kemasan lainnya, seperti halnya kotak karton untuk wadah susu dalam kaleng, kotak kayu untuk wadah buah-buahan yang sudah dibungkus, keranjang tempe, dan sebagainya.
- c. Kemasan tersier, kuartener, yaitu apabila masih diperlukan lagi pengemasan setelah kemasan primer, sekunder, dan tersier (untuk kemasan kuartener). Umumnya digunakan sebagai pelindung selama pengangkutan.

3. Sifat Kekakuan Bahan Kemasan

- a. Kemasan fleksibel, yaitu bila bahan pengemas mudah dilenturkan tanpa adanya retak atau patah. Bahan pengemas jenis ini pada umumnya tipis, misalnya: plastik, kertas, foil. Kemasan fleksibel sering disebut pengemas bentuk.
- b. Kemasan kaku, yaitu bila bahan pengemas bersifat keras, kaku, tidak tahan benturan, patah bila dipaksa dibengkokkan. Relatif lebih tebal daripada kemasan fleksibel, misalnya: kayu, gelas dan logam.
- c. Kemasan semi kaku atau semi fleksibel, yaitu bahan pengemas yang memiliki sifat-sifat antara kemasan fleksibel dan kemasan kaku, seperti: botol plastik (susu, kecap, saus) dan wadah bahan yang berbentuk pasta.

4. Sifat Perlindungan terhadap Lingkungan

- a. Kemasan hermetis (tahan uap dan gas), yaitu wadah yang secara sempurna tidak dapat dilalui oleh gas, udara maupun uap air. Selama masih hermetis maka wadah tersebut juga tidak dapat dilalui oleh bakteri, ragi, kapang dan debu. Wadah-wadah yang biasanya digunakan untuk pengemasan secara hermetis adalah kaleng dan botol gelas, tetapi penutupan dan penyumbatan yang salah dapat mengakibatkan wadah tidak lagi hermetis, karena beberapa di antaranya dapat ditembus uap air atau gas. Kemasan hermetis masih bisa memberikan bau (odor) yang berasal dari wadah itu sendiri, misalnya pada wadah kaleng yang tidak berenamel.
- b. Kemasan tahan cahaya, yaitu wadah yang tidak bersifat transparan (kemasan logam, kertas, foil). Botol atau wadah gelas dapat dibuat gelap atau keruh. Kemasan tahan cahaya sangat cocok untuk bahan pangan yang mengandung lemak dan vitamin yang tinggi, serta makanan yang difermentasi (cahaya dapat mengaktifkan reaksi kimia dan aktivitas enzim).
- c. Kemasan tahan suhu tinggi, jenis wadah ini digunakan untuk bahan pangan yang memerlukan proses pemanasan, sterilisasi atau pasteurisasi. Umumnya terdiri dari wadah logam dan gelas.

5. Tingkat Kesiapan Pakai

- a. Wadah siap pakai, yaitu bahan pengemas yang siap untuk diisi dengan bentuk yang telah sempurna sejak ke luar dari pabrik. Contohnya adalah botol, wadah kaleng dan sebagainya.

- b. Wadah siap dirakit atau disebut juga wadah lipatan, yaitu kemasan yang masih memerlukan tahap perakitan sebelum pengisian, misalnya kaleng yang ke luar dari pabrik dalam bentuk lempengan atau silinder fleksibel, wadah yang terbuat dari kertas, foil atau plastik. Keuntungan kemasan siap dirakit adalah penghematan ruang dalam pengangkutan serta kebebasan dalam menentukan ukuran.

6. Sifat *Edible*

- a. *Non-Edible*, yaitu bahan pengemas yang tidak boleh dimakan karena bisa mengganggu atau membahayakan kesehatan. Contohnya kemasan gelas, kayu, plastik, alufo dan sebagainya.
- b. Kemasan *edible*, adalah lapisan tipis dan kontinu yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi pangan (*coating*), atau diletakkan di antara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai barrier terhadap transfer massa (kelembaban, oksigen, cahaya, lipida, zat terlarut), dan/atau sebagai carier bahan makanan aditif, serta untuk meningkatkan penanganan suatu pangan. Penggunaan kemasan *edible* banyak dijumpai pada pembuatan kapsul obat, permen, sosis, pelapis coklat, wafer dan sebagainya.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Ceritakanlah sejarah singkat tentang kemasan!
- 2) Apakah yang membedakan fungsi kemasan tradisional dengan kemasan yang ada sekarang ini? Mengapa kemasan dibedakan atas yang *food grade* dan *non food grade*?
- 3) Jelaskan pembagian kemasan secara garis besar!
- 4) Salah satu fungsi pengemasan adalah untuk melindungi bahan pangan terhadap kerusakan fisik, coba jelaskan dan berikan contohnya!
- 5) Sebutkan manfaat kita melakukan penyimpanan bahan pangan!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab soal latihan, Anda dapat mempelajari kembali:

- 1) pengertian umum pengemasan,
- 2) fungsi pengemasan dan,
- 3) manfaat penyimpanan dan bahan pangan.



RANGKUMAN

- a. Secara garis besar kemasan dapat dibagi menjadi kemasan alami, kemasan tradisional dan kemasan modern. Dalam pengertian komersial dari kemasan pangan, kemasan dibagi atas kemasan untuk makanan (*food grade*) dan bukan untuk bahan pangan (*non food grade*).
- b. Dua faktor yang mempengaruhi kerusakan bahan pangan dalam hubungannya dengan kemasan yang digunakan adalah kerusakan yang sangat dipengaruhi oleh sifat-alami produk dan kerusakan yang tergantung dari perubahan lingkungan.
- c. Enam fungsi utama pengemasan adalah melindungi produk dari kotoran dan pengaruh kontaminasi lainnya, melindungi dari kerusakan fisik, perubahan kadar air dan cahaya, memudahkan dalam tahapan penanganan produk, agar mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma yang ada, serta menampilkan identifikasi dan meningkatkan daya tarik pembeli. Perlu diperhatikan pula agar kemasan bersahabat dengan lingkungan.
- d. Kemasan dapat diklasifikasikan berdasarkan: frekuensi pemakaian, struktur sistem kemasan, sifat kekakuan bahan kemas, sifat perlindungan terhadap lingkungan, tingkat kesiapan pakai dan sifat *edible*.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Fungsi utama dari pengemasan di bawah ini yang paling tepat adalah
 - A. meningkatkan nilai ekonomi dan efisiensi bahan pangan
 - B. agar bahan pangan laku terjual
 - C. agar bahan pangan tidak mengalami perubahan bentuk dan mutu
 - D. agar bahan pangan mempunyai nilai nutrisi yang baik

- 2) Pernyataan yang benar tentang sifat kemasan semifleksibel adalah bahan kemas
 - A. mudah dilenturkan tanpa ada retak
 - B. bersifat keras, patah bila dibengkokkan
 - C. memiliki sifat-sifat antara kemasan fleksibel dan kemasan kaku
 - D. lebih tipis tetapi mudah dibengkokkan
- 3) Kemasan yang masih memerlukan tahap perakitan sebelum pengisian digolongkan kemasan berdasarkan
 - A. frekuensi pemakaian kemasan
 - B. struktur sistem kemasan
 - C. tingkat kesiapan pakai kemasan yang wadahnya siap pakai
 - D. tingkat kesiapan pakai kemasan yang wadahnya siap dirakit
- 4) Penggunaan kemasan *edible film* di antaranya, *kecuali*
 - A. kapsul obat
 - B. pembungkus permen
 - C. pelapis cokelat
 - D. bahan pembuatan gelas
- 5) Penyebab dari kerusakan bahan pangan yang dikemas adalah
 - A. perubahan fisik dan biokimia
 - B. kerusakan mekanis dan perubahan kadar air
 - C. perubahan kimia dan mikrobiologi serta interaksi dengan oksigen
 - D. A, B dan C benar
- 6) Pernyataan yang tepat untuk kemasan yang bersifat tahan suhu tinggi adalah
 - A. memerlukan proses pendinginan dan wadah yang besar
 - B. memerlukan proses penurunan suhu dan wadah yang transparan
 - C. wadah yang digunakan memerlukan proses pemanasan, dan sterilisasi
 - D. wadah dengan sempurna dapat dilalui gas, udara maupun uap air
- 7) Kemasan berdasarkan frekuensi pemakaiannya terdiri atas
 - A. disposable
 - B. indisposabel
 - C. multidisposabel
 - D. fleksibilitas
- 8) Pengemasan pertama kali dikenal semenjak tahun
 - A. 40 SM

- B. 400 SM
 - C. 4000 SM
 - D. 40.000 SM
- 9) Apabila bahan kemas langsung membungkus kemasan
- A. primer
 - B. sekunder
 - C. tertier
 - D. kuarterner
- 10) Berdasarkan sifat perlindungan terhadap lingkungan, bahan kemas dibagi atas, *kecuali* kemasan
- A. hermetis
 - B. tahan cahaya
 - C. *edible*
 - D. tahan suhu tinggi

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kegiatan Belajar 2

Pengemasan dan Perlindungan Susut Mutu Pangan

A. PENGEMASAN DAN SUSUT MUTU PRODUK

Penyimpangan mutu bahan pangan dan produk olahan adalah *penyusutan kualitatif* di mana bahan tersebut mengalami penurunan mutu sehingga menjadi tidak layak lagi untuk dikonsumsi manusia. Bahan pangan dikatakan rusak apabila telah mengalami perubahan cita rasa, penurunan nilai gizi, atau tidak aman lagi untuk dimakan karena dapat mengganggu kesehatan. Makanan rusak adalah makanan yang sudah kadaluwarsa atau melampaui masa simpan (*shelf-life*). Makanan kadaluwarsa barangkali masih tampak bagus akan tetapi mutunya sudah menurun, demikian pula nilai gizinya. Walaupun penyimpangan mutu dapat berarti positif yaitu bahan pangan menjadi lebih baik secara subjektif, akan tetapi pada umumnya penyimpangan mutu hasil pertanian diartikan negatif yaitu makanan atau hasil pertanian menjadi rusak atau telah kadaluwarsa.

Di samping penyusutan kualitatif dikenal pula penyusutan kuantitatif, yaitu kehilangan jumlah atau bobot hasil pertanian baik karena penanganan yang kurang baik maupun karena gangguan biologi (proses fisiologi, serangan serangga dan tikus). Susut kualitatif dan kuantitatif sangat penting dalam proses pengemasan. Apabila dibandingkan antara kedua jenis susut tersebut, maka susut kualitatif lebih berperan dalam pengemasan pangan.

Pengemasan sebagai bagian integral dari proses produksi dan pengawetan bahan pangan dapat pula mempengaruhi mutu seperti antara lain:

1. Perubahan fisik dan kimia karena migrasi zat-zat kimia dari bahan kemasan (monomer plastik, timah putih, korosi).
2. Perubahan aroma (*flavour*), warna, tekstur yang dipengaruhi oleh perpindahan uap air dan oksigen.

B. PERUBAHAN BIOKIMIA, KIMIAWI DAN MIGRASI UNSUR

Perubahan biokimia terutama terjadi pada komoditi pertanian segar (belum terolah), misalnya biji-bijian, sayur, buah, daging segar dan susu. Reaksi kompleks terjadi akibat aktivitas enzim yang ditunjang oleh **kadar**

air yang tinggi, menyebabkan perubahan **warna, tekstur, aroma dan nilai gizi**. Daging segar yang rusak berwarna dan bau busuk, atau perubahan warna menjadi coklat pada buah yang memar merupakan contoh dari kerusakan biokimiawi.

Antioksidan, fungisida, *plasticizer* bahan pewarna, dan pestisida dapat bermigrasi ke bahan pangan. Sangat sulit mengukur dan menganalisis tingkat keracunan, oleh sebab itu kemasan yang baik harus dapat mencegah migrasi racun ke dalam makanan.

1. Keracunan Logam

Timah, besi, timbal dan aluminium selain menyebabkan keracunan, jika jumlahnya melewati batas (menurut standar FAO/WHO, timah maksimal 250 ppm, besi maksimal 250 ppm dan timbal maksimal 1 ppm). Logam-logam lain mungkin dapat mencemari makanan antara lain merkuri, kadmium, arsen, antimoni, tembaga dan seng kemungkinan berasal dari kontaminasi selama proses pengolahan berlangsung (wadah dan mesin pengolah) atau dari campuran bahan kemasan. Keracunan yang ditimbulkan bersifat ringan atau berat, bahkan sampai berakibat seperti mual, muntah-muntah, pusing dan keluar keringat dingin berlebih. Sifat korosif sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti asam organik kadar nitrat, kehadiran zat pengoksidasi atau pereduksi, lama penyimpanan, suhu, kelembaban, ada tidaknya *lacquer* atau bahan pelapis (*enamel*). Ambang batas kandungan logam berat dan kontaminasi lainnya dapat menunjuk pada ketepatan *Codex Alimentarius Commission*, yaitu lembaga (forum) yang membahas berbagai norma (kode, standar) untuk makanan.

2. Migrasi Komponen Plastik ke dalam Makanan

Plastik dan bahan-bahan tambahan untuk pembuatan plastik (*plasticizer*, *stabilizer*, *antioksidan*) sering dijumpai sebagai penyebab pencemaran organoleptik dan keracunan. **Monomer vinil klorida** dan **akrilonitril** cukup tinggi potensinya untuk menimbulkan kanker pada manusia. Kedua, monomer ini dapat beraksi dengan komponen-komponen DNA seperti guanin dan sitosin pada vinil klorida, adenin pada akrilonitril (vinil sianida). Metabolit vinil klorida berupa senyawa epoksi kloretilin merupakan oksida yang sangat reaktif dan bersifat karsinogen. Tetapi metabolit ini hanya akan bereaksi dengan DNA apabila adenin tidak berpasangan dengan sitosin. Vinil asetat menimbulkan kanker tyroid, uterus dan liver pada hewan. Vinil klorida

dan vinil sianida keduanya bersifat metagenik terhadap mikroba *Salmonella typhimurim*. Akrilonitril mampu menimbulkan cacat lahir pada tikus-tikus yang memakannya. (Sapto Kuntoro, 1988). Monomer-monomer lain seperti akrilat, stirena dan metakrilat serta senyawa-senyawa turunannya seperti vinil asetat, polivinil klorida, kaprolaktam, formaldehida, kresol, isosianat organik, heksa-metilendiamin, melamin, apidilorohidrin, bisphenol dan akrilonitril dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan terutama mulut, tenggorokan dan lambung. "Plasticizer" seperti ester posporik, ester ptatik dan glikolik "chlorinated aromatic" serta ester asam alipatik dapat menyebabkan iritasi.

Pemlastik jenis **dibutil ptalat (DBP)** dan **diaoktil ptalat (DOP)** pada PVC termigrasi cukup banyak ke dalam minyak zaitun, minyak jagung, minyak biji kapas dan minyak kedelai pada suhu 30⁰C selama 60 hari kontak. Jumlah aditif DBP atau DOP yang termigrasi tersebut berkisar 155 - 189 mg. **Pemlastik jenis DEHA [di(2-etilheksi) adipat]** pada PVC dapat termigrasi ke dalam daging yang dibungkusnya, pada daging yang berkadar lemak antara 20 - 90 persen, DEHA yang termigrasi 14,5 - 23,5 mg tiap dm² pada suhu 4⁰ C selama 72 jam.

Beberapa *plasticizer* dinyatakan tidak berbahaya untuk kemasan makanan. Jenis *plasticizer* ini antara lain **heptil ptalat, dioktil adipat, dimetil heptil di-Ndesil adipat, benzil aktil adipat, ester dari asam stearat, oleat dan sitrat**. Stabilizer seperti garam-garam Ca, Mg dan Na pada umumnya digunakan, sedangkan antioksidan jarang digunakan mengingat sifat karsinogenik.

Toleransi maksimal yang ditetapkan di Belanda adalah 60 ppm migran di dalam makanan atau 0,12 mg per cm² permukaan plastik, sedangkan di Jerman Barat 0,06 mg per cm² lembaran plastik. Bahan berbahaya setingkat dengan monomer vinil klorida tidak boleh lebih dari 0,05 ppm, di Swedia hanya mengizinkan vinil monomer vinil klorida maksimal 0,01 ppm, di Jepang 0,05 ppm.

C. KERUSAKAN MIKROBIOLOGIS

Kerusakan karena jasad renik menentukan pilihan jenis kemasan yang cocok untuk suatu produk. Kemasan yang baik akan mencegah pencemaran mikroba dan menekan pertumbuhan jasad renik dalam kemasan. Hal ini erat hubungannya dengan aktivitas air (Tabel 1.1.)

Tabel 1.1. Aktivitas air (a_w) minimum untuk bertumbuh dan berkembangnya jasad renik

Jenis jasad renik	a_w minimum
Bakteri	0,90
Khamir	0,62
Kapang	0,62
Bakteri osmofilik	0,75
Ragi osmofilik	0,61

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam seleksi jenis kemasan antara lain:

1. Perlindungan isi produk terhadap kontaminasi jasad renik dari luar ke dalam.
2. Kemungkinan berkembang-biaknya jasad renik di ruangan antara produk dengan tutup (*head space*).
3. Serangan jasad renik terhadap material kemasan.

D. KERUSAKAN MEKANIS

Beberapa komoditas hasil pertanian seperti telur, buah-buahan segar, biskuit, produk-produk kering sangat memerlukan perlindungan terhadap faktor-faktor mekanis. Faktor-faktor mekanis tersebut yaitu:

1. Stres atau Tekanan Fisik

Yang disebabkan oleh *dropping* (jatuhan) dan *shunting* (gesekan) atau tumbukan yang mengakibatkan kerusakan produk.

2. Vibrasi (getaran)

Vibrasi dapat mengakibatkan kerusakan kemasan dalam perjalanan dan distribusi (penyok, isi berhamburan). Penggunaan bahan anti getaran sangat diperlukan untuk menanggulangnya.

Tumpukan barang atau kemasan, jenis transportasi (darat, laut, udara) dan jenis barang sangat menentukan macam perlindungan yang harus diberikan untuk mencegah hancurnya bahan. Selain itu perlu perlindungan terhadap debu, sengatan panas dan serangan serangga. Debu berupa partikel halus atau kasar yang lebih ringan dari udara. Jika partikel-partikel ini

bersatu, makin lama makin besar sehingga mengendap dan mengotori produk.

E. FAKTOR HIDRATASI

Dalam pengemasan pangan, **karakteristik hidratisasi** sangat penting, khususnya yang menyangkut uap air. Faktor hidratisasi dapat dinyatakan dengan **aktivitas air** (a_w), **kadar air** (KA), dan **kelembaban nisbi** atau **kelembaban relatif** (RH). Hubungan antara karakteristik-karakteristik hidratisasi produk dengan lingkungannya dapat digambarkan dengan **kurva sorpsi isotermik** (Gambar 1.1.)

Perpindahan uap air ini berlangsung dari produk yang mempunyai tekanan uap air lebih tinggi ke produk yang bertekanan lebih rendah. Di samping itu sifat hidropilik dan hidropobik dari bahan pangan akan mempengaruhi perpindahan air. Produk yang hidropilik tidak mungkin melepaskan air sedangkan yang bersifat hidropobik dapat melepaskan air bebasnya dengan mudah.

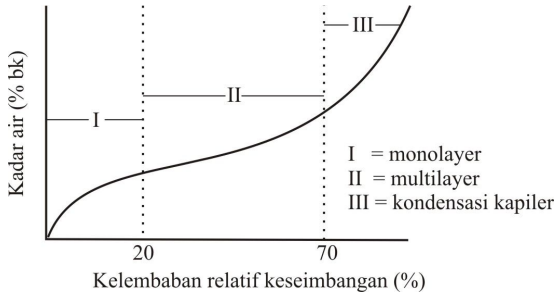
Seperti telah dikemukakan sebelumnya aktivitas air bahan hasil pertanian berperan sangat penting pada kerusakan mikrobiologis. Pada Tabel 1.2. dikemukakan contoh jenis-jenis jasad renik pada berbagai kondisi a_w atau ERH.

Tabel 1.2. Hubungan jenis makanan dengan karakteristik hidratisasi dan pertumbuhan jasad renik

Jenis makanan	Keseimbangan kelembaban relatif (%)	Mikroba
1. Makanan yang mudah rusak (daging segar, buah, sayuran, krim)	100	Mikroba penghasil racun, bakteri
2. Daging asin, kornet	95 90	<i>Mikrococcus</i> , ragi <i>Staphylococcus aureus</i>
3. Produk bakery	85	Kapang
4. Selai (jem)	75	Kapang
5. Produk manisan	70 65	Ragi Bakteri osmofilik
6. Kue kering	60	

Hubungan antara karakteristik hidratisasi dan berbagai jenis kerusakan bahan pangan digambarkan dengan kurva sorpsi-desorpsi isotermik. Kurva

tersebut dapat dibagi menjadi tiga daerah yaitu: **monolayer**, **multilayer** dan **daerah kondensasi kapiler**.



Gambar 1.1
Kurva sorpsi isotermik

1. Daerah monolayer

Daerah yang berada pada kisaran **0 - 20 persen RH**. Air yang terdapat pada produk adalah air terikat pada permukaannya. Dikatakan daerah ini sebagai daerah *ambang batas ketengikan*, karena air yang ada sangat terbatas, hanya cukup untuk melindungi produk dari serangan oksigen. Selama air masih melindungi produk, oksigen tidak akan bereaksi. Jika air dikurangi, polar grup dari produk dalam keadaan terbuka sehingga O_2 beraksi dan menyebabkan ketengikan.

Bila produk pangan disimpan pada kelembaban relatif di bawah daerah monolayer akan terjadi:

1. Kenaikan peroksida karena *dekomposisi ikatan hidroperoksida* dengan ikatan hidrogen.
2. Berkurangnya air yang tersedia untuk membentuk *hidrasi dari trace metal* sehingga reaksi katalisa aktif.

Contoh produk yang harus dijaga RH-nya agar tetap berada di daerah monolayer adalah:

- a. *Egg-albumin* (tepung putih telur),
- b. Pangan semi basah (dodol),
- c. *Spray dried produk* (tepung susu).

2. Daerah Multilayer

Daerah multilayer berada pada kisaran kelembaban relatif antara **20 - 70 persen**. Daerah teraman berada pada kisaran **20 - 55 persen**. Kenaikan kelembaban relatif tidak berpengaruh nyata terhadap ERH. Apabila produk pangan disimpan pada kondisi daerah multilayer teraman akan terbebas dari kemungkinan pencokelatan nonenzimatik (reaksi Maillard). Begitu RH meningkat melebihi 60 persen maka aktivitas pencokelatan nonenzimatik mulai meningkat pula. Kenaikan uap air disertai suhu yang tinggi menaikkan laju reaksi Maillard, disebabkan oleh reaksi antara karbonil dengan gugusan amino dari protein yang mengembang.

Selain itu pada akhir daerah (lebih dari 60 persen RH), kemungkinan terjadi ketengikan yang disebabkan oleh **hidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas** karena hadirnya ion bebas dan suhu tinggi. Hidrolisis tersebut diaktifkan oleh lipase, lipoksidase dan sebagainya.

3. Daerah Kondensasi Kapiler

Pada daerah ini (di atas RH 70 persen) air bebas yang tersedia, cukup banyak sehingga sangat optimal bagi beberapa reaksi seperti:

- a. Reaksi kimia: reaksi pencokelatan yang disebabkan oleh aktivitas enzim.
- b. Kerusakan yang disebabkan oleh jasad renik.
- c. Kerusakan tekstur dan sifat-sifat reologi dari produk.

F. CARA MELINDUNGI PRODUK DAN TEKNIK PENGEMASAN

Berpedoman pada uraian sebelumnya maka langkah-langkah untuk dapat melakukan perlindungan produk pangan atau hasil pertanian dalam kemasan dari kemungkinan perpindahan air antara lain sebagai berikut:

1. Mengontrol Hidratasi

a. Mencegah masuknya uap air

Produk kering terutama yang bersifat hidrofilik harus dilindungi terhadap masuknya uap air. Umumnya produk-produk ini memiliki ERH yang rendah, sebab itu harus dikemas dalam kontainer yang mempunyai nilai permeabilitas air rendah untuk mencegah produk yang berkadar gula tinggi merekat atau produk-produk tepung menjadi basah sehingga tidak lagi bersifat "mawur" (*free flowing*).

b. *Mencegah keluarnya uap air*

Untuk komoditi yang memiliki kadar air tinggi seperti buah, sayur dan daging, penguapan air dari bahan yang dikemas harus dijaga supaya tetap segar, tidak mengerak di bagian atasnya. Untuk mencegah keluarnya uap air dari produk dapat dilakukan dengan mengatur sirkulasi udara di luar kemasan.

c. *Mengontrol uap air*

Untuk produk-produk yang dapat berkeringat jika hari panas dan berkondensasi jika dingin, maka kontrol uap air harus dijaga. Misalnya untuk produk pangan semi basah (*Intermediate Moisture Food*) dikemas dengan jenis pengemas semipermeabel.

2. Mengendalikan Suhu

Tingkat suhu tertentu dan fluktuasi suhu sangat mempengaruhi mutu produk. Sesuai dengan **kaidah Arrhenius** yaitu setiap kenaikan suhu sebesar 10°C terjadi kenaikan kecepatan reaksi sebanyak dua kali. Pengaruh suhu dapat dihindari dengan memberi isolator (penghambat panas) pada kemasan.

Beberapa perubahan yang dapat terjadi karena fluktuasi suhu adalah:

- Untuk, produk yang peka harus disimpan pada suhu rendah -18°C sampai $0,5^{\circ}\text{C}$ guna mencegah kristalisasi es, pertumbuhan bakteri psikrofilik. Sebaiknya dikemas dengan foil atau saran (PVDC atau poliviniliden klorida).
- Produk konfeksioneri (seperti coklat batangan) sebaiknya disimpan di tempat kering dan teduh untuk mencegah *blooming* yaitu mengumpulnya gula dipermukaan.
- Produk pangan kaleng atau botol, harus disimpan di tempat kering dan suhu rendah, untuk mencegah tumbuhnya bakteri pembentuk spora yang tahan panas.

3. Pengaturan Atmosfer Pengemasan dan Penyimpanan

Oksigen menyebabkan oksidasi terutama pada produk pangan yang mempunyai kandungan lemak dan vitamin yang peka terhadap oksidasi seperti Vitamin A dan C. Permeabilitas oksigen dapat terjadi melalui pori-pori film atau laminat. Reaksi oksidasi yang dapat menyebabkan perubahan warna seperti pada daging atau perubahan rasa dan aroma seperti pada minyak atau lemak, dapat dicegah dengan cara-cara berikut:

a. *Pengaturan kadar oksigen*

Untuk produk-produk yang peka terhadap oksidasi seperti susu, minyak dan lemak dapat disimpan dengan mengatur konsentrasi oksigen sekitar 3 - 5 persen. Ambang batas respirasi bahan segar memerlukan oksigen 2 persen. Di bawah konsentrasi ini produk akan rusak.

b. *Pengaturan kadar CO₂*

Beberapa komoditi pertanian dapat disimpan segar dengan mengatur CO₂ 5 - 10 persen, kecuali apel, tomat dan jeruk. Pada apel terjadi reaksi pencokelatan sedangkan pada tomat dan jeruk terjadi pembusukan.

c. *Pengemasan dalam Gass tight packs*

Komoditi seperti keju, makanan bayi, sebaiknya dikemas dalam kemasan hermetis dan vakum, untuk menekan sekecil-kecilnya kandungan oksigen.

Dalam penyimpanan hasil pertanian dikenal juga teknik pengendalian atmosfer yaitu penyimpanan atmosfer terkendali (*CA, controlled atmosphere*), atmosfer termodifikasi (*MA, modified atmosphere*), dan penyimpanan hipobarik. Berdasarkan sifat (jenis) bahan pangan dibedakan atas produk yang berespirasi dan nonrespirasi. Teknik pengemasan atau penyimpanan dengan atmosfer termodifikasi lebih sering digunakan untuk produk berespirasi seperti buah-buahan, sayuran dan bunga, sedangkan teknis pengemasan atau penyimpanan dengan atmosfer terkendali umumnya dipakai untuk produk nonrespirasi seperti daging dan ikan.

Bebijakan dapat menggunakan kedua teknik tersebut. Teknik penyimpanan dengan atmosfer terkendali dan atmosfer termodifikasi hampir sama, perbedaannya hanya pada ketepatan pengendalian, karena pada teknik atmosfer terkendali perubahan komposisi atmosfer lebih bersifat spontan karena aktivitas fisiologi (respirasi) dari produk hasil pertanian (produk segar). Pada teknik termodifikasi, komposisi udara dengan sengaja diubah. Sistem hipobarik adalah juga teknik memodifikasi atmosfer dengan mengontrol kombinasi tekanan rendah, suhu rendah (lebih kecil dari tekanan atmosfer), kelembaban tinggi disertai sistem aerasi.

4. Mencegah Migrasi Komponen Volatil dan Penyinaran Ultra Violet

Bahan makanan yang memiliki komponen aromatik umumnya memerlukan kemasan yang dapat menahan keluarnya komponen volatil.

Komponen ini sangat mempengaruhi rasa di samping aroma sehingga diperlukan kemasan yang kedap. Sifat kedap ini ditujukan agar:

- a. Kedap terhadap migrasi komponen volatil produk (komponen aromatik).
- b. Kedap terhadap migrasi komponen volatil dari materi kemasan.

Penelitian mengenai kehilangan aroma pada berbagai jenis bahan pangan (konsentrat bawang putih, vanili dan anggur) dengan kemasan yang berbeda-beda (botol gelas, *PE-pouch*, *poly/foil/polypouch*) untuk periode waktu tertentu, hasilnya menunjukkan bahwa keuntungan **Polietilen (PE)** dan botol gelas memberikan perlindungan yang baik terhadap aroma. Untuk analisis anggur dapat dideteksi komponen metil antranilat yang merupakan komponen volatil yang mengandung aroma dan citarasa.

Bau yang berasal dari wadah atau kemasan plastik dapat timbul dari:

- a. Pembentukan grup karbonil apabila plastik PE dipanaskan pada suhu tinggi.
- b. Zat antioksidan yang dapat mengadakan interaksi dan membentuk produk yang berbau.
- c. Pecahan-pecahan molekul dari kemasan.

Makanan yang peka terhadap sinar matahari atau ultra violet seperti daging, saus tomat, wortel, susu dan minuman ringan, sebaiknya disimpan di tempat terlindung (teduh). Perubahan yang terjadi antara lain:

- a. Pemudaran warna antara lain pada daging, saus tomat.
- b. Ketengikan pada mentega (terutama jika terdapat katalis Cu atau tembaga).
- c. *Browning* pada anggur, jus buah-buahan.
- d. Perubahan bau (menjadi rusak) menurunkan vitamin A, D, E, K, dan C, serta penyimpangan aroma bir.

Perlindungan produk terhadap sinar UV, dapat dilakukan dengan menggunakan botol berwarna (cokelat atau hijau).



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan dua contoh dari perubahan biokimia!
- 2) Sebutkan dan jelaskan dengan singkat unsur-unsur yang dapat bermigrasi ke dalam bahan pangan!
- 3) Sebutkan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam seleksi jenis kemasan!
- 4) Beberapa komoditi hasil pertanian seperti telur, buah-buahan segar, biskuit dan produk-produk kering sangat memerlukan perlindungan terhadap faktor-faktor mekanis. Sebutkan dan jelaskan dengan singkat faktor-faktor mekanis tersebut!
- 5) Sebutkan dan jelaskan dengan singkat pembagian kurva sorpsi-desorpsi!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat mengerjakan latihan, coba Anda pelajari kembali Kegiatan Belajar 2, tentang:

1. Perubahan biokimia.
2. Perubahan kimiawi dan migrasi unsur-unsur.
3. Kerusakan mikrobiologis dan mekanis.
4. Faktor hidratisi.



RANGKUMAN

1. Kerusakan bahan pangan yang dikemas dapat disebabkan oleh karena terjadinya perubahan biokimiawi, kimiawi dan migrasi unsur-unsur, kerusakan mikrobiologis, kerusakan mekanis dan faktor hidratisi.
2. Kurva sorpsi-desorpsi isotermik menggambarkan hubungan karakteristik-hidratisi dengan kerusakan bahan pangan yang dapat dibagi menjadi 3 daerah, yaitu daerah *monolayer*, *multilayer* dan daerah *kondensasi kapiler*.

3. Cara melindungi produk pangan atau hasil pertanian dalam kemasan terhadap kerusakan dapat dilakukan dengan jalan mengontrol faktor hidratisasi, mengendalikan suhu, pengaturan atmosfer pencemaran dan mencegah migrasi komponen volatil dan penyinaran ultra violet.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Beberapa platisizer yang dinyatakan berbahaya untuk kemasan makanan, yaitu *kecuali*
 - A. polivinil khloride
 - B. dioktil odipat
 - C. dimetil heptil odipat
 - D. di-N heptil ptalat
- 2) Salah satu perubahan biokimia yang terjadi pada komoditi pertanian segar (belum diolah) adalah
 - A. keracunan
 - B. perubahan warna
 - C. pencemaran organoleptik
 - D. pencemaran mikroba
- 3) Korosif sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, *kecuali*
 - A. asam organik, kadar nitrat
 - B. kehadiran zat pengoksidasi
 - C. lama penyimpanan
 - D. fibrasi
- 4) Aktivitas air (a_w) minimum untuk perkembangan bakteri adalah
 - A. 0,62
 - B. 0,75
 - C. 0,90
 - D. 0,61
- 5) Faktor hidratisasi tidak dapat dinyatakan dengan
 - A. aktivitas air (a_w)
 - B. kadar air (k_a)
 - C. kelembaban relatif/nisbi kelengasan
 - D. berat kering (b_k)

- 6) Langkah-langkah untuk melindungi produk pangan (hasil pertanian) dalam kemasan dari kemungkinan perpindahan air yaitu, *kecuali*
 - A. mengontrol hidrasi
 - B. mengendalikan suhu
 - C. pengaturan atmosfer penyimpanan
 - D. menginaktifkan enzim
- 7) Dalam penyimpanan hasil pertanian dikenal juga teknik pengendalian atmosfer yaitu terdiri dari
 - A. penyimpanan atmosfer terkendali
 - B. atmosfer termodifikasi
 - C. penyimpanan hipobarik
 - D. A, B dan C benar semua
- 8) Bau yang berasal dari wadah (kemasan plastik) dapat timbul dari
 - A. pecahan-pecahan molekul dari kemasan
 - B. pemudaran warna
 - C. sirkulasi udara di luar kemasan
 - D. pembentukan grup hidroksil
- 9) Perlindungan produk terhadap ultra violet dapat dilakukan dengan menggunakan botol
 - A. cokelat dan hijau
 - B. bening
 - C. transparan
 - D. putih
- 10) Salah satu langkah untuk dapat melakukan perlindungan pangan yaitu mengontrol hidrasi dengan cara
 - A. mencegah keluarnya uap air
 - B. mencegah masuknya uap air
 - C. mengontrol uap air
 - D. A, B dan C benar semua

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) A.
- 2) A.
- 3) D.
- 4) D.
- 5) D.
- 6) C.
- 7) A.
- 8) C.
- 9) A.
- 10) C.

Tes Formatif 2

- 1) A.
- 2) B.
- 3) D.
- 4) C.
- 5) D.
- 6) D.
- 7) D.
- 8) A.
- 9) A.
- 10) D.

Daftar Pustaka

- Cahan R.K.S. K.J. Anselmo K.J., C.E. Reynolds, C.H. Worman. (1978). *Diffusion of Vinyl Chloride from PVC Packaging Material, into Food Simulative solvents*. Polym Eng. Sci. 18(7): 601 - 606.
- Crosby N.T. (1981). *Food Packaging Materials. Aspects of Analysis and Migration of Contaminants*. London: Applied Science Publishers Ltd.
- Davies J.T. (1974). *Migration of Styrene Monomer from Packaging into Food Experimental Verification of a Theoretical model*. J. Food Technol, 9, 275.
- Garlanda T, H. Mascero. (1966). *Consideration on the Migration of Plastics Components of Food-simulating Solvents*. La Chimica e L'Industria 48, 936.
- Herman, A.S. dan Y. Setiawan. (1987). *Sifat dan Komposisi Makanan sehubungan dengan Pemilihan Jenis Bahan Pengemas*. Seminar Kemasan Bentuk (Flexible Packaging) BPPHP. Bogor: PT Avesta Continental Pack.
- Iskandar, B.Ed. (1987). *Buku Paduan Pengemasan Indonesia*. Jakarta: Federasi Pengemasan Indonesia.
- Kampouris E.M. (1976). *The migration of plasticizers from Poly (Vinyl chloride) into edible oils*. Polym. Eng. Sci. 16(1) : 59 - 63.
- Kuntoro, S. (1988). *Deteksi migran pada plastik kemasan*. Makalah pada Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. PATFI, Jakarta 3 - 4 Oktober.
- Syarief, R. dan A. Irawati. (1988). *Pengetahuan bahan untuk industri pertanian*. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.

Syarief, R., SASSYA S., dan B. St. ISYANA. (1988/1989). Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB.

Syarief, R., Winarno,f.G., dan S Kuntoro. (1989). *Studi Migrasi Bahan Aditif Plastik pada Pengemasan Pangan*. Laporan Penelitian. Laboratorium Rekayasa Pangan PAU Pangan dan Gizi IPB.

Winarno, F.G., dan B. S. L. Jenie. (1982). *Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pence-gaannya*. Jakarta: Ghalia Indonesia.